SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 28 janvier/février 2002

LES MÉTAUX TOXIQUES SONT LOURDS DE CONSÉQUENCES POUR LES OISEAUX

Les métaux sont des composants naturels de l'écorce terrestre. En quantités infimes, beaucoup d'entre eux, le zinc et le fer par exemple, constituent même des éléments essentiels de notre régime alimentaire. Toutefois, depuis le début de l'ère industrielle, au milieu des années 1800, l'extraction des minerais pour l'usage humain a notamment eu pour effet d'accroître aussi considérablement la présence de nombreux métaux toxiques dans l'environnement.

Le mercure et le plomb—deux métaux particulièrement préoccupants en ce qui concerne le bien-être de la faune—font l'objet d'études continues par des scientifiques d'Environnement Canada depuis la fin des années 1960. Ces deux métaux sont répertoriés comme des substances toxiques en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, en raison de leurs effets potentiellement nocifs—le mercure pour les problèmes de comportement et de reproduction qu'il suscite et le plomb parce qu'il entraîne la défaillance des organes et la mort. Bien qu'ils soient présents dans les habitats terrestres comme aquatiques, la façon dont ils sont ingérés fait courir aux oiseaux aquatiques, aux oiseaux et aux mammifères piscivores, ainsi qu'aux prédateurs et aux détritivores qui se nourrissent de ces espèces, un risque d'empoisonnement considérable.

Le mercure est libéré dans l'atmosphère par les éruptions volcaniques, les feux de forêt et d'autres processus naturels, mais au moins 50 p. 100 de la quantité totale se trouvant dans l'environnement provient des activités humaines. Une fois qu'il a pénétré dans l'atmosphère, il peut être acheminé sur des milliers de kilomètres et déposé très loin de sa source. L'accroissement anthropique (causé par l'homme) soutenu du mercure environnemental ces dernières années constitue pour une large part un sous-produit de la combustion des combustibles fossiles, de l'incinération des déchets et d'autres activités industrielles, telles que la fusion.

Le mercure n'est pas aisément absorbé par l'organisme avant d'avoir été transformé en méthylmercure par un processus bactérien qui survient beaucoup plus facilement dans les habitats aquatiques que dans les habitats terrestres. Ce processus est facilité par certains facteurs environnementaux, notamment l'acidité de l'eau dans laquelle tombe le mercure. Le soufre et le mercure se déposent de façon semblable, si bien que les lacs de l'Est du Canada—qui reçoivent le niveau le plus élevé de pluies acides—sont en même temps sujets aux problèmes de contamination par le mercure les plus graves. Une étude récente a permis d'établir que 16 p. 100 des œufs des Plongeons huards recueillis dans l'Est du

Le technologue de la faune Nev Garrity déplace un Macareux moine pour recueillir l'œuf contenu dans son terrier pour en analyser la teneur en mercure.
Photo : Dan Busby, Environnement Canada

Canada manifestaient des concentrations de mercure excédant le seuil associé à la déficience reproductive des oiseaux, alors que ce n'était le cas pour aucun des œufs recueillis dans l'Ouest du Canada. Les œufs présentant les concentrations les plus élevées provenaient de lacs touchés par l'acidification environnementale.

La présence de carbone organique active aussi la méthylation en intensifiant l'activité bactérienne nécessaire au processus. Des études effectuées par des scientifiques d'Environnement Canada près d'installations hydroélectriques situées au Québec ont montré que les Balbuzards pêcheurs qui se nourrissent sur des terres récemment inondées manifestent des élévations considérables des niveaux de méthylmercure en raison de l'accessibilité au carbone organique provenant de matières en décomposition. Certains scientifiques s'inquiètent de la possibilité que le réchauffement du globe accroisse également la méthylation en créant des conditions qui stimulent encore plus l'activité bactérienne.

Ces facteurs et d'autres conditions environnementales font que les lacs situés près les uns des autres qui reçoivent la même quantité de mercure ne manifestent pas nécessairement un niveau de contamination identique relativement à leur faune. Par exemple, les tests effectués à un lac situé près d'une mine de mercure abandonnée de la Colombie-Britannique ont fait état de niveaux extrêmement élevés de contamination par le mercure dans l'environnement, alors que les niveaux relevés dans le poisson et la sauvagine du lac étaient inférieurs à ce que l'on s'attendait.

Le mercure méthylé est ingéré par les invertébrés et les poissons, et bioamplifié à

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

Le dragage de la Voie maritime : une problématique environnementale particulière

Les effets des sels de voirie sur l'environnement

Une étude révèle que les terres humides se remettent des déversements

La protection d'un Grand lac du Nord

Suite de la page 1

Pygargue à tête blanche occupé à dévorer une oie. Les oiseaux de proie, tels que les aigles et les hiboux, risquent de s'empoisonner en consommant du gibier aquatique tué ou blessé par des plombs de chasse.

mesure qu'il gravit la chaîne alimentaire. Bien que la mortalité soit rare, les niveaux de mercure relevés dans des oiseaux piscivores, tels que les plongeons, harles, balbuzards, aigles, hérons et martins-pêcheurs, sont plus que suffisants pour provoquer une déficience reproductive et un comportement anormal. Ces niveaux accrus ont été liés à la diminution de la production d'œufs, à l'augmentation du nombre d'œufs non fécondés et à l'incidence plus élevée de la mortalité embryonnaire ou de la mortalité précoce des couvées. Une étude effectuée en 1996 a montré que les petits des plongeons passent également moins de temps sur le dos de leurs parents et plus de temps au lissage sur la surface des lacs à mesure que leur exposition au mercure s'accroît—un comportement qui sape leur énergie et intensifie leur risque d'être attaqués par des prédateurs.

Les scientifiques d'Environnement Canada ont entrepris de nombreuses études sur les sources, le comportement et les effets du mercure dans les provinces de l'Atlantique qui reçoivent aujourd'hui trois fois plus de ce métal toxique qu'il y a 150 ans. Bien que cette situation soit partiellement attribuable à des sources locales, cette région est particulièrement sujette à une pollution atmosphérique élevée en raison des dépôts atmosphériques provenant de sources situées dans le centre de l'Ontario et les États de la Nouvelle-Angleterre. Le fait que de nombreux lacs de ce secteur soient hautement acides et que certains contiennent des niveaux géologiques naturellement élevés de mercure permet de conclure que les conditions existant dans certains lacs font courir un risque sérieux à la faune.

La gravité de la contamination est devenue évidente lorsque des biologistes ont constaté que le succès de reproduction des Plongeons huards du parc national Kejimkujik, en Nouvelle-Écosse, était la moitié de celui des plongeons du reste du Canada. Des analyses sanguines ont permis de déterminer que les niveaux de mercure relevés dans le sang de ces oiseaux étaient en fait plus élevés que ceux de toutes les autres populations de plongeons en Amérique du Nord. On peut affirmer en outre que, jusqu'à ce que des mécanismes plus énergiques soient mis en place pour réduire les émissions de mercure provenant de sources internationales, la situation est peu susceptible de changer.

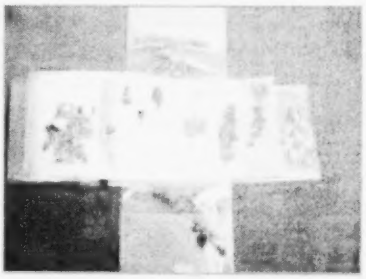
Là où les choses sont en voie de changer, c'est dans les régions du pays où les mesures de contrôle intérieur ont entraîné une diminution des émissions locales ou régionales. Les données recueillies grâce au programme de surveillance à long terme d'Environnement Canada montrent que les niveaux de mercure des œufs de Goéland argenté prélevés dans des emplacements variés près des Grands Lacs sont à peu près la moitié de ce qu'ils étaient à la fin des années 1970 et au début des années 1980.

Malheureusement, dans l'environnement éloigné du Nord, qui agit à la manière d'un puits pour les polluants atmosphériques en raison des conditions atmosphériques globales et d'autres facteurs, les scientifiques constatent une tendance inverse. On relève des niveaux de mercure accrus parmi les oiseaux du Nord, les phoques et les bélugas, tout comme dans le profil sédimentaire des lacs de cette région. La raison en est qu'une fraction significative du mercure dans notre atmosphère est d'origine mondiale—c'est-à-dire qu'elle provient de sources situées aussi loin qu'en Chine et en Inde, où les émissions sont moins strictement réglementées.

Pour vérifier cette théorie, les biologistes d'Environnement Canada ont entrepris de surveiller les niveaux de mercure des œufs de trois oiseaux de mer de l'Arctique qui nichent sur l'île Prince Léopold, au Nunavut. Deux de ceux-ci—le Guillemot de Brünnich et le Fulmar boréal—ont manifesté un accroissement marqué de ces niveaux entre 1975 et 1998, alors que chez le troisième—la Mouette tridactyle—ils sont demeurés constants.

Étant donné que ces trois espèces se reproduisent dans la même région, les scientifiques ont déterminé que ces divergences émanaient de différences entre les niveaux de contamination du biote consommé dans leurs aires d'hivernage. Le guillemot et le fulmar passent une partie plus importante de l'année à des latitudes plus élevées que la mouette. Le Fulmar boréal entreprend une migration transocéanique vers la pleine mer du Nord-Est de l'Atlantique en hiver et le Guillemot de Brünnich passe l'hiver dans les eaux libres au large de la côte sud-ouest du Groenland. La Mouette tridactyle, par contre, passe l'hiver le long du littoral est, de Terre-Neuve jusqu'en Floride, où les concentrations de mercure sont aujourd'hui moins fortes qu'elles ne l'étaient jadis en raison de la réduction des émissions provenant de sources ponctuelles.

Une tendance similaire a été relevée parmi les oiseaux de mer du littoral atlantique du Canada. Depuis 1972, des biologistes d'Environnement Canada établis à Terre-Neuve surveillent les niveaux de mercure et d'autres contaminants dans les œufs du Cormoran à aigrettes, de l'Océanite cul-blanc, du Goéland argenté et du Macareux moine. Ces quatre espèces se nourrissent dans des secteurs différents de l'océan, si bien que leurs niveaux de contaminants reflètent des sources différentes de pollution par le mercure. Les oiseaux qui se nourrissent plus au large sont plus directement touchés par le transport atmosphérique à longue distance, tandis que ceux qui se nourrissent plus près du rivage reçoivent plus de contaminants provenant de sources locales, telles que les usines de pâtes et autres industries.



Des pesées et turluttes de plomb attachées à des lignes de pêche perdues sont souvent retrouvées dans le gésier de huards morts, comme le montre le contenu de ces sacs.

Les deux espèces qui se nourrissent en haute mer—l'océanite et le macareux—ont manifesté des augmentations significatives des niveaux de mercure, alors que ce n'était pas le cas pour les deux autres espèces, qui se nourrissent plus près du rivage. Les niveaux relevés dans les œufs de l'océanite ont augmenté dans la proportion énorme de 73 p. 100 au cours des trois dernières décennies et frôlent ou excèdent le seuil qui provoque des problèmes de reproduction chez d'autres oiseaux. L'océanite passant l'année entière à se nourrir de krill à la surface de l'Atlantique Nord et de l'océan Arctique, les scientifiques sont d'avis qu'un processus chimique pourrait se produire à la surface de l'eau qui permettrait au mercure de pénétrer d'une façon plus directe dans la chaîne alimentaire. Ils se livrent actuellement à un compte des populations et examinent le succès de reproduction de ces oiseaux pour déterminer l'impact de cette tendance sur l'espèce.

Suite à la page 3

Suite de la page 2

Alors que les niveaux de mercure dans l'environnement sont à la hausse, le plomb est à la baisse, grâce à l'élimination progressive de l'essence au plomb dans de nombreux pays et à une interdiction nationale régissant l'usage de la grenaille de plomb pour la chasse de la plus grande partie des oiseaux migrateurs considérés comme gibier. L'interdiction du plomb de chasse, entrée en vigueur en 1999, a eu pour effet de réduire d'environ 40 p. 100 la quantité de plomb répandue chaque année dans l'environnement canadien par les chasseurs.

Ce type de plomb pénètre dans la chaîne alimentaire lorsque des plombs de fusil de chasse ou des pesées ou turluttes de plomb sont ingérés par erreur par les oiseaux, ou que des animaux tués ou blessés par des plombs sont mangés par les prédateurs ou les détritivores. Les plombs de chasse sont ingérés principalement par les canards, plongeons, grèbes, grues, hérons, oies et bernaches, cygnes et autres oiseaux qui fouillent le fond des lacs et des marais pour y trouver leur nourriture et le gravier nécessaire à leur gésier—cette portion de l'estomac qui leur sert à broyer les aliments. De leur côté, les pesées et turluttes sont ingérées principalement par les plongeons lorsqu'ils consomment des appâts de pêche perdus auxquels la ligne est encore attachée.

Les acides de l'estomac réduisent facilement le plomb et lui permettent de pénétrer dans le circuit sanguin, d'où il endommage les organes vitaux. Le plomb possède une toxicité intrinsèque relativement élevée, si bien que des effets néfastes ont été constatés même à de faibles niveaux d'exposition. L'empoisonnement par le plomb peut tuer un oiseau en quelques jours ou le faire mourir lentement de faiblesse ou de faim.

Le nombre précis d'oiseaux aquatiques qui meurent chaque année au Canada après avoir ingéré des plombs de chasse n'a jamais été estimé. Cependant, même avant l'interdiction, la grenaille de plomb était considérée comme une importante cause de mortalité et d'empoisonnement non mortel chez les canards. L'empoisonnement par le plomb a provoqué la mort de plus de la moitié des Cygnes trompette libérés au marais Wye, en Ontario, dans le cadre d'un programme de réintroduction, et était très fréquent parmi les cygnes passant l'hiver dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique. En 1992, un examen des os alaires, effectué par des biologistes d'Environnement Canada, a permis d'établir que plus de 20 p. 100 des Canards colverts et des Canards noirs nés cette année-là à l'Île-du-Prince-Édouard, au Nouveau-Brunswick et en Ontario accusaient des niveaux de plomb élevés.

Les oiseaux de proie étaient également touchés. Des études portant sur des Aigles royaux et des Pygargues à tête blanche, effectuées au milieu des années 1990 en Saskatchewan, en Alberta, au Manitoba et en Colombie-Britannique, ont révélé qu'environ 12 p. 100 des oiseaux trouvés morts avaient été empoisonnés par le plomb et que 5 p. 100 accusaient des concentrations de plomb élevées. Les scientifiques pensent que les aigles avaient été empoisonnés en consommant de la sauvagine morte ou blessée et d'autre gibier contenant du plomb de chasse ingéré ou qui s'y était logé. Cette théorie est étayée par une étude américaine lors de laquelle on a examiné le contenu de déchets non digérés régurgités par des rapaces, tels que les aigles et les hiboux, et constaté que 75 p. 100 d'entre eux contenaient du plomb de chasse. Les scientifiques avancent que si ce n'était de ce comportement naturel, le nombre d'oiseaux de proie empoisonnés par le plomb pourrait être considérablement plus élevé.

Bien que les scientifiques disent avoir trouvé moins d'aigles empoisonnés par le plomb ces dernières années et que les résultats préliminaires des récents examens des os alaires d'oiseaux aquatiques indiquent que les

Des scientifiques du Service canadien de la faune recueillent des œufs de Goéland argenté dans une île de la baie de Fundy.
Photo : Dan Bushy, Environnement Canada

niveaux de plomb sont en déclin, le problème n'est pas résolu pour autant. Le plomb prend des décennies ou même des siècles à se dégrader dans l'environnement, si bien que même si les plombs de chasse peuvent disparaître à la vue en s'enfonçant dans le sol meuble des marais, ils peuvent au contraire persister dans les habitats où existent des sédiments durs et rocheux. Le fond de nombreux lacs contient jusqu'à 180 000 plombs de chasse à l'hectare et là où la chasse est intensive, il peut en contenir des millions. Par ailleurs, même si cette pratique est illégale, certains chasseurs utilisent toujours de la grenaille de plomb pour chasser la sauvagine, au lieu d'avoir recours à des cartouches non toxiques mais quelque peu plus chères.

Le plomb continue aussi à pénétrer dans l'environnement sur les champs de tir et par le truchement de la chasse au gros gibier, au petit gibier et aux oiseaux terrestres, tels que le faisan, la caille et le tétras—activités qui sont toutes de compétence provinciale. Des scientifiques d'Environnement Canada effectuent actuellement des études des niveaux de plomb relevés dans les oiseaux terrestres, les oiseaux de proie et les oiseaux chanteurs et ont constaté que la fréquence d'une exposition élevée au plomb parmi ces espèces est souvent égale ou même supérieure à ce que l'on avait observé chez la sauvagine avant l'entrée en vigueur de l'interdiction de l'usage des plombs de chasse, ce qui donne à penser que le problème pourrait être plus étendu que ce qu'on avait cru à l'origine.

L'un des problèmes dus au plomb les plus sérieux demeure toutefois l'ingestion de petites pesées et turluttes en plomb par les plongeons dans les lacs où la pêche sportive est abondante. Les pêcheurs à la ligne perdent chaque année environ 500 tonnes de pesées et de turluttes en plomb dans les eaux canadiennes. Même le plus petit de ces dispositifs est suffisamment gros pour qu'on puisse être virtuellement certain qu'il tuera tout plongeon qui l'avalera. L'empoisonnement par le plomb compte pour 5 à 50 p. 100 de la mortalité des plongeons adultes enregistrée au Canada et est la principale cause des décès enregistrés parmi les Plongeons huards adultes en Amérique du Nord durant la saison de reproduction.

En 1997, le Canada a interdit l'usage des pesées et des turluttes de plomb pesant moins de 50 grammes (la grosseur maximale ingérée généralement par les plongeons) dans toutes les réserves nationales d'espèces sauvages et tous les parcs nationaux. Étant donné que la pêche sportive hors de ces secteurs est de compétence provinciale, Environnement Canada a concentré ses efforts sur l'éducation et les programmes de sensibilisation du public. Depuis l'an 2000, les agents de protection de la faune de l'Ontario—province où les pêcheurs à la ligne sont les plus nombreux—ont fait paraître des annonces dans les magazines sportifs et ont participé à des expositions de chasse et de pêche pour sensibiliser le public aux effets du plomb sur la faune. Cette année, pour la première fois, ils organiseront des séances spéciales d'échange de pesées et de turluttes à Toronto et à Ottawa, afin que les visiteurs des expositions puissent troquer leur attirail de pêche contre un matériel non toxique.

Des mesures éventuelles pour réglementer l'utilisation et les émissions régionales du mercure seraient, elles aussi, de compétence provinciale. Toutefois, les recherches effectuées par Environnement Canada ont joué un rôle très important dans les négociations internationales menées sur cette question—notamment la signature d'un plan d'action visant à réduire les émissions de mercure et à encourager la recherche et la surveillance coopératives par les gouverneurs des États de la Nouvelle-Angleterre et les premiers ministres de l'Est du Canada. Plus les données que les scientifiques seront en mesure de recueillir sur les effets des métaux lourds sur les oiseaux et la faune en général seront nombreuses, mieux les décideurs à tous les niveaux de gouvernement seront équipés pour imposer des règlements plus stricts quant à l'entrée de ces substances toxiques dans notre environnement. SoE

LE DRAGAGE DE LA VOIE MARITIME : UNE PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE PARTICULIÈRE

La Voie maritime du Saint-Laurent a été soumise à un dragage intensif au cours des 160 dernières années, en vue d'assurer un chenal navigable aux navires sans cesse plus nombreux qui empruntent cette voie commerciale d'une importance vitale. Alors qu'une profondeur de trois mètres était suffisante pour les voiliers et les navires à vapeur des années 1800, la section la plus achalandée du fleuve a depuis été creusée à près de quatre fois cette profondeur, afin de permettre le passage des énormes pétroliers et porte-conteneurs océaniques d'aujourd'hui.

Des scientifiques prélèvent des carottes de sédiments dans le fond du Saint-Laurent pour déterminer les niveaux de métaux traces d'argiles marines postglaciaires exposées par des décennies de dragage.

Le dragage de la Voie maritime, s'il a permis d'enlever les sédiments qui en tapissent le fond, a fait émerger en même temps de sérieux problèmes. Jadis enfouies sous une épaisse couche de sédiments datant de l'ère préindustrielle, les argiles marines postglaciaires qui s'étaient déposées au fond de la mer Champlain il y a plus de 12 000 ans sont désormais exposées sur toute la longueur du fleuve, depuis Montréal jusqu'à Québec. En dépit du fait que ces argiles soient d'origine naturelle, elles contiennent néanmoins des concentrations de métaux lourds qui sont considérées comme potentiellement toxiques pour la faune des grandes profondeurs, qui inclue notamment les vers et les écrevisses.

Avant l'adoption des critères de qualité des sédiments pour le Saint-Laurent, en 1992, les matériaux de dragage étaient fréquemment déposés le long des rives ou utilisés afin d'agrandir des îles existantes. Depuis cette date, lorsqu'un contaminant contenu dans les sédiments excède le seuil d'effets néfastes défini par les critères établis, ces sédiments doivent être éliminés et enfouis dans un lieu réglementaire et confiné, et convenant aux matériaux contaminés. Cette disposition a ainsi accru de façon significative les coûts du dragage et pourrait même constituer un obstacle majeur à l'expansion future de la Voie maritime, puisque le dragage pourrait se révéler la solution la plus aisée au problème de la baisse du niveau de l'eau du fleuve.

Les teneurs moyennes de métaux traces dans les argiles marines postglaciaires du secteur de Verchères du Saint-Laurent montrent que le chrome (Cr) et le nickel (Ni) excèdent tous deux le seuil d'effets néfastes.

Souhaitant étudier la situation de plus près, le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada, en collaboration avec Pêches et Océans Canada, Transports Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, le ministère de l'Environnement du Québec et la Société de la faune et des parcs du Québec, a entrepris des recherches afin de mieux documenter les teneurs naturelles des produits toxiques dans ces sédiments et d'évaluer leur répartition ainsi que leur biodisponibilité, c'est-à-dire leur potentiel éventuel d'assimilation par les organismes dans l'environnement. Depuis la mise en œuvre du projet, en 1999, quelque 200 échantillons et une cinquantaine de carottes de sédiments ont été prélevés sur une centaine de stations dans les secteurs de Verchères–Contrecœur, du lac Saint-Louis, du lac Saint-François ainsi que de Sorel–Trois-Rivières.

Les échantillons ont été analysés en faisant appel à trois types d'extraction à l'aide de différents acides—une solution très agressive solubilisant notamment toutes les « phases » minérales ou composants non organiques de l'échantillon, y compris ceux qui ne sont pas altérés par les processus naturels de dégradation dans l'environnement; une solution moins agressive solubilisant un nombre moins important de phases, mais malgré tout certaines qui normalement ne se dégradent pas; et finalement une solution encore plus faible, ne solubilisant que les phases les plus réactives, susceptibles de libérer éventuellement leur contenu métallique.

Les résultats de l'extraction la plus agressive effectuée sur des argiles marines d'origine postglaciaire ont permis d'établir que les concentrations de chrome étaient en moyenne très près du seuil d'effets néfastes des critères et qu'elles excédaient celui-ci dans 85 à 95 p. 100 des échantillons provenant des régions de Verchères et du lac Saint-François. Un pourcentage plus faible de ces échantillons contenait des niveaux de cuivre et de nickel excédant ce seuil, alors que les concentrations moyennes pour ces deux métaux dépassaient de beaucoup la limite des concentrations produisant un effet mineur sur la faune. Les concentrations moyennes des autres contaminants dans ce matériel postglaciaire n'excédaient cependant pas ce seuil inférieur.

Les concentrations de chrome, de cuivre et de nickel dans les argiles marines postglaciaires étaient près ou au-dessous des concentrations produisant un effet mineur, suite à leur détermination selon la méthode d'extraction la moins agressive reflétant, en principe, plus étroitement la concentration des contaminants potentiellement biodisponibles. Ces concentrations inférieures résultent en partie des conditions inusitées ayant conduites à la sédimentation des argiles marines postglaciaires—ces sédiments originant du broyage des roches, en fines particules, par le poids incroyable des glaciers en mouvement. Il s'ensuit que, même si la concentration totale de ces produits chimiques est élevée, le matériau déposé lui-même pourrait être moins susceptible de se dégrader et de libérer son contenu dans des conditions normales.

Bien que les résultats de plusieurs essais biologiques étayent la théorie voulant que les sédiments de la Voie maritime ne soient pas toxiques pour la faune benthique, des tests additionnels sont néanmoins nécessaires. Les critères actuels régissant la qualité des sédiments devront également être revus, les technologies et les connaissances ayant évolué de façon significative depuis leur établissement, il y a près d'une décennie, en se fondant sur des seuils similaires établis pour les Grands Lacs. L'été prochain, l'échantillonnage des sédiments se poursuivra plus en aval, dans le but de mieux caractériser les variations régionales des concentrations de contaminants. Lorsque l'étude aura été menée à terme, le Comité se penchant sur les activités de dragage dans le cadre du présent Plan d'action Saint-Laurent évaluera les résultats obtenus et déterminera les prochaines mesures à adopter pour mieux protéger les intérêts tant environnementaux qu'économiques liés aux activités de la Voie maritime. Suite

LES EFFETS DES SELS DE VOIRIE SUR L'ENVIRONNEMENT

Une chargeuse frontale remplit un camion de sel à un entrepôt situé en Alberta. Photo : Terry Ream

Tous les ans, on épand au Canada environ cinq millions de tonnes de sels de voirie sur les routes, les rues et les trottoirs pour les rendre plus sécuritaires pour les véhicules et les piétons. L'eau de fonte des routes et des décharges à neige ainsi que les fuites provenant des points d'entreposage ont entraîné l'infiltration de quantités anormalement élevées de chlorures provenant de ces sels dans le sol, dans la nappe phréatique et dans l'eau de surface.

Pour déterminer quels sont les effets exacts des sels de voirie sur l'environnement, un groupe composé d'experts gouvernementaux et non gouvernementaux a effectué une évaluation scientifique poussée, d'une durée de cinq ans, sur la question. Avec la publication du rapport d'évaluation en décembre 2001, les ministres fédéraux de l'Environnement et de la Santé concluaient que les sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure étaient nocifs pour l'environnement et recommandaient qu'ils soient ajoutés à l'Annexe 1 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*. En vertu de cette loi, le gouvernement dispose maintenant de deux ans pour élaborer des mesures de contrôle à l'égard de ces substances et de 18 mois supplémentaires pour peaufiner ces mesures.

Les sels de voirie ne représentent pas un risque pour les humains; en fait, le sel le plus couramment utilisé sur nos routes est le même que celui que nous utilisons dans nos aliments. Toutefois, l'exposition à des niveaux élevés de chlorure—un des principaux éléments des sels de voirie—peut être nocive pour la flore et la faune. Les charges annuelles les plus élevées en sels de voirie se trouvent en Ontario et au Québec, les charges intermédiaires dans les provinces de l'Atlantique et les charges les plus faibles dans les provinces de l'Ouest.

Les sels de voirie pénètrent dans l'environnement quand la neige et la glace fondent et quand ils sont dispersés dans l'atmosphère par les éclaboussures et la pulvérisation d'eau causées par les véhicules ainsi que par la poussière transportée par le vent. Les ions chlorure ont une affinité pour l'eau, si bien qu'ils s'introduisent dans l'eau de surface—soit en passant dans les eaux de ruissellement ou en pénétrant dans le sol et la nappe phréatique. Les données sur la toxicité indiquent qu'environ 10 p. 100 des espèces aquatiques sont touchées par une exposition prolongée aux concentrations de chlorures dépassant 240 milligrammes par litre (mg/L), et que des modifications de population ou de structure des communautés se produisent à des concentrations encore plus faibles. Les algues y sont particulièrement sensibles et l'on remarque des changements de population dans les lacs à des concentrations aussi faibles que 12 mg/L.

Des concentrations de chlorure aussi élevées que 82 000 mg/L ont été observées dans l'eau de fonte provenant des points d'entreposage des sels, de 18 000 mg/L dans l'eau de ruissellement des routes, de 8500 mg/L dans les cours d'eau, de 4300 mg/L dans les petites rivières, de 4000 mg/L dans les étangs et les terres humides et de 300 mg/L dans les lacs des régions rurales. Des mesures effectuées sur le terrain révèlent que l'épandage sur les routes dans certaines régions rurales augmente les concentrations de chlorure même dans des lacs situés à quelques centaines de mètres du bord de la route.

Un certain nombre d'études sur le terrain ont permis de rassembler des données sur les dommages causés à la végétation et les changements dans la structure des communautés végétales dans les zones touchées par un épandage abondant. Les concentrations élevées de chlorure et de sodium dans le sol et dans l'air endommagent le feuillage et les racines des végétaux sensibles et réduisent la croissance et la floraison. Les végétaux terrestres peuvent être touchés par des concentrations dans le sol supérieures à 68 parties par million (ppm) de sodium et à 215 ppm de chlorure, tandis que les micro-organismes terrestres sensibles peuvent subir des effets à des concentrations encore plus faibles. Les zones présentant de telles concentrations dans le sol s'étendent jusqu'à 30 mètres du bord de la route et des points d'entreposage des sels, tandis que les répercussions attribuables à la dispersion dans l'atmosphère peuvent se manifester jusqu'à 200 mètres du bord des routes à plusieurs voies où l'on épand des sels pour le déglaçage. La végétation couvrant les berges des cours d'eau qui drainent les routes et les installations de manutention des sels est aussi touchée.

Les dommages causés à la végétation et les modifications de la structure des communautés végétales résultant de l'utilisation des sels de voirie touchent également la faune qui dépend de ces végétaux pour son alimentation ou son abri. Des répercussions comportementales et toxicologiques sur les mammifères et les oiseaux ont également été associées à l'exposition aux sels de voirie. Chez certains oiseaux, l'ingestion de sel peut occasionner la mort par suite d'empoisonnement tandis que chez d'autres, les changements de comportement les rendent plus susceptibles de se faire frapper par un véhicule en marche. Les données disponibles donnent à penser que les sels de voirie jouent peut-être un rôle plus important que prévu dans la mortalité sur les routes des oiseaux migrateurs protégés par le gouvernement fédéral.

Environnement Canada invitera les autorités fédérales, provinciales, territoriales et municipales responsables du transport et de l'environnement, ainsi que les représentants du secteur privé et des groupes environnementalistes, en plus d'autres intervenants, à participer à compter du début de l'année à l'élaboration de stratégies antipollution concernant les sels de voirie. Parmi les options possibles, il y aurait la réduction des pertes aux points d'entreposage des sels, une meilleure conception technique des décharges à neige pour limiter le ruissellement, une amélioration de la technologie d'épandage du sel et des instruments de prévision météorologique ainsi que l'emploi de produits moins préjudiciables à l'environnement dans les régions sensibles. Sel

UNE ÉTUDE RÉVÈLE QUE LES TERRES HUMIDES SE REMETTENT DES DÉVERSEMENTS

Les terres humides comptent parmi les habitats les plus riches de la nature, fournissant nourriture, eau et abri à une vie animale très diversifiée. Au Canada, peu de lacs ou de rivières englobent autant de terrains marécageux d'eau douce que le fleuve Saint-Laurent, soit 26 000 hectares d'une extrémité à l'autre. Ces terres humides constituent une aire de séjour capitale pour des dizaines de milliers de canards, d'oies et d'autres oiseaux qui franchissent le fleuve durant les migrations du printemps et de l'automne.

Photographie aérienne du lieu de déversement expérimental d'hydrocarbures, près de Sainte-Croix, au Québec, prise durant la première marée haute.

L'importance écologique des terres humides du Saint-Laurent a suscité des préoccupations quant aux conséquences qu'un déversement significatif d'hydrocarbures pourrait avoir sur la vie végétale et animale de ce fragile habitat. Le fleuve constitue une voie de transport majeure pour les pétroliers et autres navires, et il s'y produit environ 140 déversements accidentels d'hydrocarbures par an. Jusqu'à maintenant, la plupart d'entre eux ont été suffisamment faibles ou éloignés pour que les intervenants soient en mesure de les empêcher d'atteindre ces zones vulnérables. Les déversements qui atteignent les terres humides suscitent par contre d'énormes problèmes, car les méthodes traditionnelles de nettoyage mécanique —telles que le pompage ou le dragage des sédiments ou l'usage de lances à eau à haute pression—causent des dommages substantiels à la végétation aquatique.

Dans le but d'en savoir plus sur le comportement du pétrole (mazout) dans les marais d'eau douce et de tester et mettre au point de nouvelles méthodes d'assainissement destinées à ces fragiles habitats, Environnement Canada et Pêches et Océans Canada ont réalisé en juin 1999 un déversement expérimental de pétrole dans un marais du Saint-Laurent. Le ministère de l'Environnement du Québec, l'*Environmental Protection Agency* des États-Unis, le Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux de France et plusieurs universités canadiennes et américaines ont aussi participé à cette étude scientifique. La Garde côtière canadienne et les organismes régionaux d'intervention d'urgence ont utilisé cet essai en conditions réelles à la manière d'un exercice d'entraînement aux mesures d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures, telles que les barrages flottants.

On a choisi un site dans la région de Sainte-Croix, près de Québec, parce qu'on y trouve la plupart des espèces végétales particulières au Saint-Laurent, qu'il n'abrite aucune espèce en péril ou menacée et qu'il est suffisamment éloigné de toute zone urbaine pour que les effets potentiels du projet sur la santé humaine puissent être considérés comme négligeables. On a consacré plus d'un an à la planification du déversement, soit à l'élaboration d'un plan d'intervention d'urgence et à la conduite d'évaluations environnementales. Des réunions publiques ont été tenues avant comme pendant l'expérience, pour s'assurer que les résidants de Sainte-Croix étaient consultés et tenus au courant de tous les aspects du déversement.

Le projet avait pour objet de déterminer le comportement et les effets biologiques d'une masse de pétrole déversée dans un marais d'eau douce, le taux de récupération naturelle de l'habitat par la biorestauration—c'est-à-dire la dégradation des hydrocarbures par les végétaux et les bactéries indigènes—et l'effet de certains traitements et procédures sur ce processus naturel de récupération. Bien que la biorestauration se soit révélée efficace dans la dégradation du pétrole dans des terres humides marines, c'était la première fois en Amérique du Nord que cette capacité était vérifiée dans un marais d'eau douce.

Pour simuler un déversement réel, le pétrole utilisé dans cette expérience avait été obtenu d'une raffinerie du Saint-Laurent et « vieilli » artificiellement par aération pour qu'une partie s'évapore, comme cela se produirait normalement durant le temps mis par un déversement réel pour atteindre le rivage. À marée basse, quelque 800 litres de pétrole furent pulvérisés directement sur les sédiments et les plantes dans 20 parcelles d'expérimentation dont chacune mesurait environ quatre mètres sur cinq. Le secteur tout entier était cerné par un barrage flottant et chaque parcelle était délimitée par un filet muni de matelas absorbants sur sa bordure supérieure pour repousser les oiseaux et empêcher la perte de pétrole

Suite à la page 7

Suite de la page 6

à la marée montante. Le site lui-même englobait un secteur d'environ 750 mètres carrés, soit environ 0,05 p. 100 de la zone intertidale totale du marais de Sainte-Croix.

Dans le cas d'un déversement réel, le rivage est fréquemment souillé de nouveau par les hydrocarbures par suite des marées successives. Pour simuler les résultats survenant dans ce genre de situation, les parcelles furent raclées après la pulvérisation afin de faciliter la pénétration du pétrole dans les sédiments. Il s'ensuivit qu'après la première marée, on ne décela aucun signe de pétrole flottant librement hors du secteur des parcelles expérimentales. Les concentrations élevées de pétrole dans les sédiments situés au sein des parcelles étaient analogues à celles qui avaient été signalées lors de déversements réels.

Immédiatement après le déversement et durant les trois étés suivants, les scientifiques effectuèrent des visites régulières au site—prélevant des échantillons de sédiments pour déterminer les modifications de la composition et de la concentration du pétrole, effectuant des tests de qualité de l'eau, mesurant la biomasse végétale et se livrant à des essais biologiques pour évaluer les changements de toxicité. Des cages contenant des espèces indigènes de poissons et d'escargots furent surveillées afin de déterminer l'impact du pétrole sur la faune aquatique.

Certaines parcelles furent laissées telles quelles, tandis que d'autres étaient traitées avec un engrais agricole, dans l'espoir que le phosphore et le nitrate additionnels stimuleraient la croissance de bactéries dans les sédiments et accentueraient ainsi le taux de dégradation du pétrole. L'engrais fut appliqué de nouveau toutes les deux semaines environ durant la première saison, les tests effectués sur les sédiments ayant établi que les marées le diluaient et l'éliminaient assez rapidement. La végétation de certaines des parcelles fut coupée régulièrement, pour jauger l'impact de la croissance végétale sur la dégradation du pétrole.

Au cours des 21 premières semaines de cette expérience, les processus physiques naturels (c.-à-d. la dilution par les marées et les courants) qui dispersaient le pétrole dans l'environnement éliminèrent de 10 à 15 p. 100 du pétrole déversé dans le marais. Trente-cinq pour cent des alcanes et des hydrocarbures aromatiques polycycliques—tous deux des composants du pétrole considérés comme préoccupants pour l'environnement—furent déclarés dégradés par les bactéries naturelles contenues dans les sédiments. Des tests de haute technologie, effectués avec l'assistance du Conseil national de recherches, ont permis d'établir que les bactéries s'adaptaient naturellement pour dégrader le pétrole—leur nombre s'accroissant considérablement lorsque du pétrole était présent, pour diminuer après son élimination.

Les scientifiques ont noté une réduction significative, dès la première année, de la toxicité des sédiments dans toutes les parcelles mazoutées. L'espèce végétale prédominante (*Scirpus pungens*) a pris à peine une saison de croissance pour se rétablir, ce qui prouve que ces plantes d'eau douce (une importante source de nourriture pour les bernaches du Canada) sont hautement résistantes aux effets de la contamination par le pétrole—probablement parce que leur système radiculaire s'étend au-delà de la profondeur de pénétration du pétrole.

Croissance végétale accentuée dans deux parcelles mazoutées adjacentes au milieu de la saison de végétation, sous l'effet de la fertilisation.

En ce qui concerne la récupération de l'habitat, si l'addition d'engrais agricoles n'a pas accentué le taux de dégradation du pétrole, elle a par contre stimulé de façon significative la croissance végétale et réduit la toxicité à un rythme plus rapide que dans les parcelles non traitées. Les plantes fertilisées dans les parcelles mazoutées autant que non mazoutées étaient d'un demi-mètre environ plus hautes que les plantes non traitées vers le milieu de la première saison de croissance. En outre, ce qui est encore plus surprenant, bien qu'aucun engrais n'ait été appliqué la deuxième année, on a constaté une croissance végétale accélérée les deux étés suivants dans les parcelles traitées. Le fait que ces plantes aquatiques paraissent stocker l'engrais sous forme de nitrate dans leurs racines signifie que des traitements minimaux exercent des effets à long terme sur la récupération de l'habitat.

Les parcelles où la croissance végétale avait été activée et celles dont la végétation avait été coupée n'ont manifesté aucune différence quant au taux de dégradation du pétrole. Toutefois, on a constaté une dégradation accrue du pétrole dans les sédiments de surface des parcelles, alors que le pétrole présent à des niveaux sédimentaires plus profonds se biodégradait plus lentement. Ces tests fournissent de fortes indications de ce que la dégradation du pétrole est liée à l'accessibilité de l'oxygène—une théorie que les scientifiques mettent présentement à l'épreuve en ajoutant des oxydants chimiques aux sédiments anaérobies d'un site industriel contaminé par les hydrocarbures.

Bien que les résultats de cette étude n'aient été rendus publics que récemment, ils ont suscité un intérêt international considérable. De nombreux articles scientifiques ont été présentés sur le sujet à l'occasion de colloques nationaux et internationaux tenus au Canada, aux États-Unis et en Europe. De plus, un prochain numéro du *Bioremediation Journal* (Presses du CRC) sera consacré à la publication des documents de recherche résultant de ce projet. Les conclusions seront mises à profit pour élaborer une série de nouvelles techniques visant à déterminer à quel moment les sites seront considérés comme suffisamment libres de contamination, ainsi que de nouveaux protocoles pour faire face aux déversements d'hydrocarbures menaçant les habitats des terres humides du Saint-Laurent. S+É

LA PROTECTION D'UN GRAND LAC DU NORD

Lorsque les Canadiens songent aux Grands Lacs, ce sont les lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario qui, en général, leur viennent d'abord à l'esprit. Toutefois, certains signes, donnant à penser que des problèmes couvent dans un autre des grands lacs, situé plus au nord, inquiètent sérieusement la population locale autant que les spécialistes de l'environnement.

Le Grand lac des Esclaves et la rivière des Esclaves. Ewart: Carte du Canada illustrant l'emplacement du Grand lac des Esclaves.

Le Grand lac des Esclaves, situé dans les Territoires du Nord-Ouest, est le lac le plus profond d'Amérique du Nord et le quatrième en étendue au Canada. Ses rives, entre Yellowknife et Hay River, abritent plus de la moitié de la population des Territoires et le poisson provenant de ses eaux assure la subsistance de celle-ci, tout en soutenant une pêche sportive et commerciale.

Des membres de la collectivité de Fort Resolution en train de disséquer un poisson dans le cadre d'une étude sur les niveaux de contaminants dans le Grand lac des Esclaves.

Ces dernières années, le développement industriel survenu le long des rivières de la Paix et Athabasca a soulevé la crainte que des polluants organiques persistants (POP) ne soient acheminés par la rivière des Esclaves à ce lac jusqu'alors vierge. On s'inquiétait aussi du transport atmosphérique à grande distance des polluants jusqu'à ce secteur à partir d'autres régions industrialisées du monde. Dans le but de se faire une meilleure idée de l'étendue et des sources du problème et des effets de celui-ci sur la chaîne alimentaire, des chercheurs de l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada ainsi que des chercheurs de Pêches et Océans Canada ont entrepris une série d'études dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord et de l'Étude des bassins hydrographiques du Nord.

Les scientifiques ont prélevé des échantillons de sédiments de surface et des carottes de sédiment dans le bassin Ouest du lac—le secteur le plus directement touché par la rivière des Esclaves—et des sédiments de surface dans le bras Est. Ils ont aussi recueilli des échantillons biologiques, tels que plancton, corégone, touladi et lotte, dans des zones éloignées situées près de Fort Resolution (dans le bassin Ouest) et Lutsel K'e (dans le bras Est).

Les analyses des échantillons de sédiments ont révélé la présence de POP—y compris des biphényles polychlorés (BPC), du toxaphène et du DDT—provenant d'activités humaines. Des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des dioxines et furanes, dont les sources peuvent être naturelles autant qu'anthropiques, ont également été décelés. Les concentrations de BPC, de DDT et de HAP étaient substantiellement plus fortes dans les échantillons provenant du bassin Ouest que dans ceux du bras Est, ce qui donne à penser que la rivière des Esclaves constitue une source importante d'apport de contaminants au fond du lac. Le transport atmosphérique à grande distance s'est révélé une source de contamination plus marquante dans le bras Est à mesure qu'augmentait la distance de l'embouchure de la rivière.

En analysant les prélèvements biologiques, les chercheurs ont constaté une augmentation des concentrations de POP du plancton au corégone, puis au poisson prédateur, ce à quoi ils s'étaient attendus, les POP subissant une bioamplification à chaque étape de la chaîne alimentaire. Par contre, ils ont été surpris de constater qu'en dépit de concentrations plus élevées de contaminants dans les sédiments de surface du bassin Ouest, les échantillons biologiques du bras Est avaient tendance à accuser des concentrations tissulaires plus fortes de ces contaminants. Cette conclusion laisse croire que les sédiments en suspension du bassin Ouest pourraient réduire ou diluer la quantité de contaminants qui peut être absorbée par les invertébrés et les poissons. Les recherches se poursuivent pour accroître les connaissances sur ces processus.

Le même groupe conjoint de recherche a œuvré avec des partenaires appartenant à la collectivité de Fort Resolution pour déterminer si la mine de plomb et de zinc désaffectée de Pine Point provoquait la contamination par les métaux lourds des sédiments, de l'eau et des poissons de Resolution Bay. Cette étude a permis de conclure que tel n'était pas le cas; néanmoins, on a constaté que les concentrations de mercure dans les muscles de certains gros brochets et de certaines grosses lottes approchaient les limites des lignes directrices émises par Santé Canada en ce qui a trait à la consommation fréquente de ces poissons. En 1999, une nouvelle étude a été lancée avec des partenaires communautaires de Lutsel K'e et Fort Resolution pour surveiller les tendances à long terme des concentrations de contaminants dans les poissons du Grand lac des Esclaves. En l'an 2000, Fort Smith, sur la rivière des Esclaves, a été ajouté comme emplacement de surveillance.

Les chercheurs pensent que les concentrations de contaminants dans le Grand lac des Esclaves décroîtront à mesure que s'estomperont les sources atmosphériques. Les lacs du Nord tels que celui-ci sont encore relativement vierges, mais, comme les scientifiques le savent désormais très bien, le bon état continu de ces lacs ne peut être tenu pour acquis et doit être étudié et suivi de très près. S&E

Bulletin S et E

Ce bulletin présente tous les deux mois de l'information sur les travaux de pointe d'Environnement Canada, en sciences et en technologie.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet mentionné dans le présent bulletin ou dans des numéros antérieurs, veuillez consulter le site Web de *S et E* à l'adresse [www.ec.gc.ca/science]. Bon nombre des publications ministérielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca]ou peuvent être commandées auprès de l'Informathèque au 1-800-668-6767.

Il est possible d'obtenir les coordonnées de scientifiques en communiquant avec Paul Hempel, éditeur du *Bulletin*, par courrier électronique à Paul.Hempel@ec.gc.ca ou par téléphone au (819) 994-7796. Les commentaires ou suggestions sont accueillis favorablement.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2002